

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭64-19779

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>H 01 L 29/93  
21/265

識別記号

庁内整理番号

H-7638-5F  
Z-7738-5F

⑭ 公開 昭和64年(1989)1月23日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 超階段形バラクタダイオードの製造方法

⑯ 特 願 昭62-174714

⑰ 出 願 昭62(1987)7月15日

⑱ 発 明 者 梶 村 武 史 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 鈴木 章夫

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

超階段形バラクタダイオードの製造方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 基板上に形成されたエピタキシャル層の所要領域に、所定のドーピング量とエネルギーで一導電型不純物の第1イオン注入を行う工程と、この上から前記第1イオン注入よりも高ドーピング量で低エネルギーの同一導電型不純物の第2イオン注入を行う工程と、これら第1及び第2イオン注入層を熱処理する工程と、この上に逆導電型の不純物層を形成してpn接合を形成する工程とを含むことを特徴とする超階段形バラクタダイオードの製造方法。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は容量-電圧変化比が大きく、しかも緩やかな変化比を有する超階段形バラクタダイオードの製造方法に関する。

(従来の技術)

一般に、TV、VTR、CATV等の電子チュ

ーナの周波数同調用に使われるバラクタダイオードは、それぞれのチューナの可変周波数範囲の要求から、種々の容量-電圧特性をもったものが広く利用されているが、周波数同調範囲を広くするために、小さな逆方向バイアスで大きな接合容量変化比が得られる超階段接合のものが使用されている。

この超階段形バラクタダイオードは、通常第3図に示すような不純物濃度プロファイルに構成されている。即ち、低抵抗n形S1基板1の上に所定の不純物濃度を有するエピタキシャル層2を形成したS1ウェハに、リン等のイオン注入及び押込拡散によって $5 \times 10^{16} \sim 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 程度の不純物濃度を有するn形高濃度不純物層6を形成している。そして、この上からイオン注入、拡散等によってp形高濃度不純物層7を形成してダイオードを構成したものである。

(発明が解決しようとする問題点)

上述した従来の超階段形バイポーラダイオードにおいて、所定の電圧範囲での容量変化比を大き

くするためには、エピタキシャル層2の濃度と高濃度不純物層6のピーク濃度の比を大きくする必要がある。

しかしながら、従来ではこの高濃度不純物層6をイオン注入と押込拡散法によって形成しているため、この濃度比が大きくなるのに従って高濃度不純物層6とエピタキシャル層2との界面近辺8における不純物プロファイルが急峻なものとなる。したがって、第4図に破線9で示すように、ある印加電圧のところで急激に容量が低下されるという容量-電圧特性となり、このバラクタダイオードを周波数同調に使用したときには、この部分での周波数同調特性が不安定になるという問題が生じている。

この不純物プロファイルの急峻さを解消するためには長時間の熱処理を行えばよいが、これでは不純物濃度が平均化され、上述したピーク濃度が低下されてしまう。

本発明は、容量の変化範囲を大きくするとともに容量変化比を緩やかなものとし、同波数同調特

性の安定化を高めることができる超階段形バラクタダイオードの製造方法を提供することを目的としている。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明の超階段形バラクタダイオードの製造方法は、基板上に形成されたエピタキシャル層の所要領域に、所定のドーズ量とエネルギーで一導電型不純物の第1イオン注入を行う工程と、この上から第1イオン注入よりも高ドーズ量で低エネルギーの同一導電型不純物の第2イオン注入を行う工程と、これら第1及び第2イオン注入層を熱処理する工程と、この上に逆導電型の不純物層を形成してpn接合を形成する工程とを含み、ピーク濃度が高い一方で裾の長い濃度プロファイルの高濃度不純物層を形成することを可能としている。

〔実施例〕

次に、本発明を図面を参照して説明する。

第1図(a)及び(b)は本発明の製造方法を説明するための超階段バラクタの不純物濃度プロファイル図であり、第2図はその一実施例の断面

3

図である。なお、第1図では横軸にウェハ表面からの距離、縦軸に不純物濃度を示している。

先ず、第2図のように高濃度n形シリコン基板1の上に所定の濃度、厚さを有したエピタキシャル層2を形成し、この表面に所定の厚さのシリコン酸化膜等の絶縁膜11を形成する。そして、所定の容量を得るためにこの絶縁膜11に所定の大きさの窓12をあける。

その後、絶縁膜11の窓12を通してエピタキシャル層2に所定のドーズ量及びエネルギーのイオン注入、ここではドーズ量が $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ でエネルギーが120 KeV程度の条件で第1のリンのイオン注入を行い、第1図(a)の破線3のような濃度プロファイルを形成する。

続いて、同じ箇所第1のリンのイオン注入よりも高ドーズ量で低エネルギーのイオン注入、ここではドーズ量が $1.2 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ でエネルギーが50 KeVの条件で第2のリンのイオン注入を行い、同図の破線4のような濃度プロファイルを形成する。

5

4

しかる上で、1000~1100℃程度で比較的短い時間アニールすることによって、同図の実線5のようにピーク濃度が高い一方で裾の長い濃度プロファイルのn形高濃度不純物層5(第2図)を形成する。

その後、第2図に示すように、n形高濃度不純物層5上にボロン等をイオン注入又は拡散等によってp形高濃度不純物層7を形成し、pn接合のダイオードを形成する。この結果、このダイオード全体の濃度プロファイルは第1図(b)に示すとおりとなる。

この後、前記絶縁膜11の窓12を覆うようにAl等の金属膜13を電極として形成し、製造が完了される。

このようにして、形成された超階段形バラクタダイオードでは、n形高濃度不純物層5とエピタキシャル層2とのピーク濃度比が大きいため、所定電圧範囲での容量変化比が大きくなり、同波数同調範囲の広いバラクタダイオードとして構成できる。一方、n形高濃度不純物層5は第1及び第

6

2のリンを順序的にイオン注入して形成しているので、上述したピーク濃度比を大きくしたのにもかかわらずエピタキシャル層2との界面付近の濃度プロファイル勾配を緩やかなものにできる。このため、第4図の実線10のように容量-電圧特性に直線性が得られ、周波数同調特性の安定性を向上できる。

なお、高濃度不純物層5はリン以外の不純物でもよく、また場合によっては第1のイオン注入と第2のイオン注入の不純物を相違させてもよい。

〔発明の効果〕

以上説明したように本発明は、エピタキシャル層に所定のドーズ量とエネルギーで第1イオン注入を行った後に、第1イオン注入よりも高ドーズ量で低エネルギーの第2イオン注入を行ない、かつ熱処理を行って高濃度不純物層を形成しているので、ピーク濃度が高い一方で裾の長い濃度プロファイルの高濃度不純物層を形成することができ、容量-電圧特性の直線性を向上でき、大きな容量変化比で周波数同調範囲が広く、しかも周波数同調の

安定性を損なうことのないバラクタダイオードを得ることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図(a)及び(b)は夫々本発明による超階段バラクタの不純物プロファイル図、第2図は一実施例の断面図、第3図は従来のバラクタダイオードの不純物プロファイル図、第4図は従来及び本発明の夫々の容量-電圧特性を示す図である。1…シリコン基板、2…エピタキシャル層、3…第1のリン濃度プロファイル、4…第2のリン濃度プロファイル、5…n形高濃度不純物層及びその濃度プロファイル、6…従来のn形高濃度不純物層の濃度プロファイル、7…p形高濃度不純物層及びその濃度プロファイル、8…界面濃度プロファイル、9…従来の容量-電圧特性、10…本発明の容量-電圧特性、11…絶縁膜、12…窓、13…A<sub>2</sub>電極。

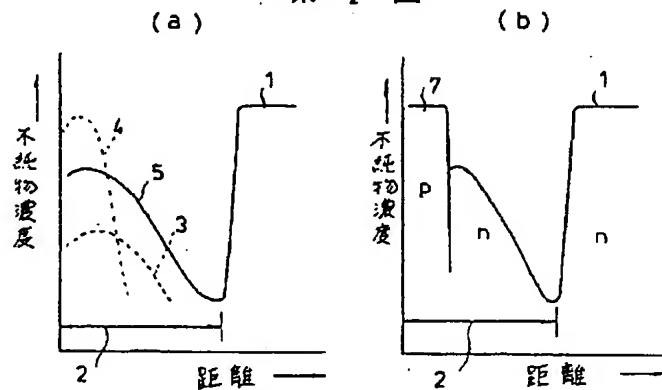
代理人 弁理士 鈴木 彦



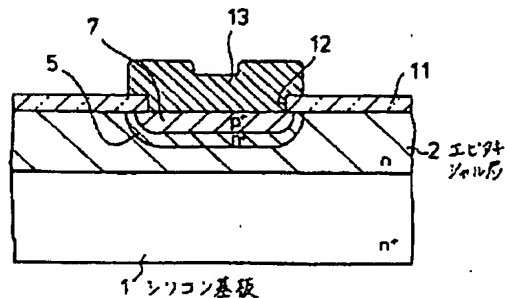
7

8

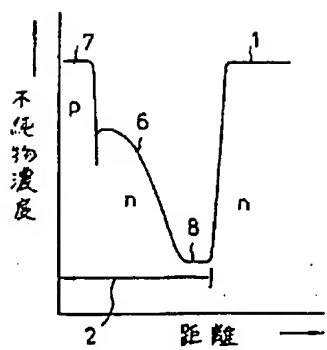
第1図



第2図



第 3 圖



第 4 圖

